

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-308009

(43)Date of publication of application : 04.11.1994

(51)Int.Cl.

G01N 5/02

G01D 5/245

H03L 7/08

(21)Application number : 05-092981

(71)Applicant : YOKOGAWA ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 20.04.1993

(72)Inventor : MIKURIYA KENTA

MATSUNO GEN

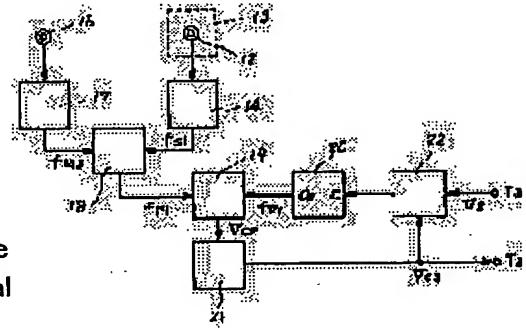
KOYAMA HIROSHI

## (54) SIGNAL CONVERSION CIRCUIT

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a signal conversion circuit which has been improved so that stable and highly accurate measurement is possible with a simple structure.

**CONSTITUTION:** A signal conversion circuit comprises a reference oscillation circuit 14 connected to a reference sensor element 12 for generating reference frequency, a measuring oscillation circuit 17 for generating measuring frequency corresponding to a measured value detected by a measuring sensor element 16, a phase difference detection circuit 18 wherein the reference frequency and the measuring frequency are input and their phase difference is calculated to output differential frequency, a phase comparison circuit 19 to which the differential frequency and control frequency are input for outputting differential voltage corresponding to their phase difference, a low pass filter 21 for low-pass-filtering the differential voltage and outputting it as an output signal, an addition circuit 22 for adding the output signal and adjustment voltage to output an addition signal, and a voltage controlled oscillator 20 which is controlled by the addition signal for outputting the control frequency corresponding to the addition signal.



[converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3139656

[Date of registration] 15.12.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
  - 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
  - 3.In the drawings, any words are not translated.
- 

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The criteria oscillator circuit which is connected to a criteria sensor component and generates reference frequency, and the measurement oscillator circuit which generates the test frequency corresponding to the measured value detected with a measurement sensor component, The phase contrast detector which said reference frequency and said test frequency are inputted, calculates such phase contrast, and outputs difference frequency, To the extent that this difference frequency and control frequency are inputted and the difference electrical potential difference corresponding to phase contrast, such as this, is outputted A phase comparison circuit, The low pass filter which carries out low-pass filtering of this difference electrical potential difference, and is outputted as an output signal, The signal transformation circuit characterized by providing the adder circuit which adds this output signal and control voltage and outputs an addition signal, and the voltage controlled oscillator which is controlled by this addition signal and outputs said control frequency corresponding to this.

[Claim 2] The criteria oscillator circuit which is connected to a criteria sensor component and generates reference frequency, and the measurement oscillator circuit which generates the test frequency corresponding to the measured value detected with a measurement sensor component, The phase contrast detector which said reference frequency and said test frequency are inputted, calculates such phase contrast, and outputs difference frequency, To the extent that this difference frequency and control frequency are inputted and the difference electrical potential difference corresponding to phase contrast, such as this, is outputted A phase comparison circuit, The signal transformation circuit characterized by providing the low pass filter which carries out low-pass filtering of this difference electrical potential difference, and is outputted as an output signal, and the voltage controlled oscillator which control voltage is inputted and outputs said control frequency corresponding to this.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

#### [0001]

[Industrial Application] This invention relates to the signal transformation circuit which detects a smell etc. as signalling frequency with a measurement sensor component, and changes this into a voltage signal, and relates to the signal transformation circuit improved so that it could measure with a precision sufficient to stability with easy structure especially.

#### [0002]

[Description of the Prior Art] Drawing 3 is the block diagram showing the configuration of this conventional kind of signal transformation circuit. At least the well-closed container with which in 10 a voltage controlled oscillator (VCO) and 12 contain a criteria sensor component, and, as for 13, the measurement sensor component of a quartz-resonator form and 11 contain a criteria sensor component, the criteria oscillator circuit where 14 oscillates reference frequency, and 15 are phase comparison circuits. And these components constitute the phase locked loop as a whole.

[0003] The measurement sensor component 10 detects a smell etc., and smells on the surface of a quartz resonator, the induction film is applied and constituted, and if a smell touches the induction film, a smell will be detected, when the mass increases and the oscillation frequency of a quartz resonator falls. This oscillation frequency is outputted as a test frequency fM1.

[0004] On the other hand, the criteria sensor component 12 is made by the same configuration and dimension as the measurement sensor component 10, and is contained in the well-closed container 13, and air without a smell is enclosed by the inside of this well-closed container 13. And this criteria sensor component 12 is driven in the criteria oscillator circuit 14, and is outputting reference frequency fS1 to that outgoing end.

[0005] A test frequency fM1 is inputted, it is controlled by the control voltage VC 1 impressed to the control edge C by the voltage controlled oscillator 11, and the signalling frequency fM2 corresponding to the outgoing end O1 is outputted to it. Since the measurement sensor component 10 is oscillated with high resonance frequency, the thing corresponding to a frequency also with an expensive voltage controlled oscillator 11 is adopted.

[0006] The phase comparison circuit 15 outputs the control voltage VC 1 corresponding to the phase contrast of reference frequency fS1 and signalling frequency fM2 to the control edge C of a voltage controlled oscillator 11 through the outgoing end O2.

[0007] To the output terminal T1 connected to the control edge C as mentioned above, the control voltage VC 1 corresponding to change of the oscillation frequency by the smell of the measurement sensor component 10 etc. can be obtained.

#### [0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, since the above signal transformation circuits have the frequency stability of a voltage controlled oscillator 11, or bad linearity, if change of the very small resonance frequency of the measurement sensor component 10 cannot be measured upwards to accuracy and the configuration, dimension, etc. of the measurement sensor component 10 and the criteria sensor component 12 are not constituted identically at all, there is a problem that the zero point

shifts.

[0009]

[Means for Solving the Problem] The criteria oscillator circuit which this invention is connected to a criteria sensor component as main configurations for solving the above technical problem, and generates reference frequency, The measurement oscillator circuit which generates the test frequency corresponding to the measured value detected with a measurement sensor component, The phase contrast detector which previous reference frequency and a previous test frequency are inputted, calculates such phase contrast, and outputs difference frequency, To the extent that this difference frequency and control frequency are inputted and the difference electrical potential difference corresponding to phase contrast, such as this, is outputted A phase comparison circuit, The adder circuit which adds the low pass filter which carries out low-pass filtering of this difference electrical potential difference, and is outputted as an output signal, and this output signal and control voltage, and outputs an addition signal, and the voltage controlled oscillator which is controlled by this addition signal and outputs the control frequency of the point corresponding to this are provided.

[0010]

[work —] for It connects with a criteria sensor component and a criteria oscillator circuit generates reference frequency. A measurement oscillator circuit generates the test frequency corresponding to the measured value detected with a measurement sensor component. And previous reference frequency and a previous test frequency are inputted, and a phase contrast detector calculates such phase contrast, and outputs difference frequency.

[0011] This difference frequency and control frequency are inputted and a phase comparison circuit outputs the difference electrical potential difference corresponding to phase contrast, such as this. Moreover, a low pass filter carries out low-pass filtering of this difference electrical potential difference, and outputs it as an output signal.

[0012] An adder circuit adds this output signal and control voltage, and outputs an addition signal. And a voltage controlled oscillator is controlled by this addition signal, and outputs the control frequency of the point corresponding to this.

[0013]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained using drawing. Drawing 1 is the block diagram showing the configuration of one example of this invention. In addition, the same sign is given to the part which has the same function as the conventional signal transformation circuit shown in drawing 3, and the explanation is omitted suitably.

[0014] The measurement sensor component 16 is [0015] which has the criteria sensor component 12 and composition which a dimension, a configuration, etc. approximated rather than was the same although the smell of the same configuration as the measurement sensor component 10 etc. is detected, it smells on the surface of a quartz resonator and the induction film is applied and constituted. Since that mass will increase and the oscillation frequency of a quartz resonator will fall if this measurement sensor component 16 is driven by the measurement oscillator circuit 17 and a smell touches the induction film, this is outputted to the output of an oscillator circuit 17 as a test frequency fM3.

[0016] The test frequency fM3 from the measurement oscillator circuit 17 and the reference frequency fS1 from the criteria oscillator circuit 14 are inputted into the phase comparison circuit 18, phase contrast, such as this, is calculated to it, and signalling frequency fP1 is outputted to the outgoing end.

[0017] Although a difference and a peace signal will specifically be acquired if the product of a test frequency fM3 and reference frequency fS1 is calculated, the frequency corresponding to the phase contrast of a low-frequency component is outputted as signalling frequency fP1 among these.

[0018] The oscillation frequency fV1 by which signalling frequency fP1 is outputted to the input edge of another side from a voltage controlled oscillator 20 is inputted into the input edge of one of these, and the phase comparison circuit 19 calculates such phase contrast, and outputs a voltage signal VC 2.

[0019] a low pass filter 21 — about — while the voltage signal VC 2 from the phase comparison circuit 19 is inputted, carrying out low-pass filtering of this and outputting to an outgoing end T2 as output

voltage VC 3, it outputs to an adder circuit 22.

[0020] Since the zero tone electrical potential difference VZ is inputted from terminal T3 while output voltage VC 3 is inputted, an adder circuit 22 is outputted to the control edge C of the voltage controlled oscillator 19 which adds this etc. and is oscillated by low frequency as an addition electrical potential difference VA.

[0021] The phase comparison circuit 19, the low pass filter 21, the adder circuit 22, the voltage controlled oscillator 20, etc. constitute the phase locked loop (PLL) at least for that of these as a whole. Next, actuation of the signal transformation circuit constituted as mentioned above is explained.

[0022] It is contained in the well-closed container 13 without a smell, drives by the oscillator circuit 14, and oscillates on a fixed frequency, and the criteria sensor component 12 is outputting reference frequency fS1 to the outgoing end.

[0023] On the other hand, since a smell etc. is detected, it smells on the surface of a quartz resonator and the induction film is applied, the mass will increase, the oscillation frequency of a quartz resonator will fall, and the measurement sensor component 16 will be outputted to the outgoing end of the measurement oscillator circuit 17 as a test frequency fM3, if a smell touches the induction film.

[0024] Therefore, since a test frequency fM3 falls to reference frequency fS1 according to extent of a smell, at least this difference is detected in the phase comparison circuit 18, and is outputted as signalling frequency fP1.

[0025] This signalling frequency fP1 and the oscillation frequency fV1 outputted from a voltage controlled oscillator 20 are inputted, and the phase comparison circuit 19 outputs the voltage signal VC 2 proportional to delta frequencies (phase lag), such as this, to a low pass filter 21.

[0026] In this case, since the zero tone electrical potential difference VZ is controlled by the electrical potential difference added to output voltage VC 3 from an adder circuit 22, by adjusting this zero tone electrical potential difference VZ, a voltage controlled oscillator 20 makes the resonance frequency of the measurement sensor component 16 and the criteria sensor component 12 in agreement by the reference state, and can adjust the zero point.

[0027] For this reason, it is not necessary to make the same the configuration and dimension of these sensor components. In addition, the point of arbitration can also be operated as the operating point by adjusting this zero tone electrical potential difference VZ.

[0028] Moreover, since it considered as the configuration using the measurement oscillator circuit 17 and the criteria oscillator circuit 14 which use a quartz resonator with sufficient stability instead of, and the voltage controlled oscillator 20 for low frequency with sufficient linearity, change of the very small resonance frequency of the sensor component 16 can be measured with a sufficient precision. [ the voltage controlled oscillator 11 using a quartz resonator ]

[0029] Drawing 2 is the block diagram showing the configuration of the 2nd example of this invention. This example considers this as an open-loop configuration to having considered as the configuration which incorporated the voltage controlled oscillator 20 in the loop formation in drawing 1.

[0030] The zero tone electrical potential difference VZ is inputted from terminal T3, and a voltage controlled oscillator 20 outputs at least the oscillation frequency fV2 corresponding to this to the phase comparison circuit 19. The phase comparison circuit 19 outputs the voltage signal VC 4 proportional to the delta frequency of signalling frequency fP1 and the oscillation frequency fV2 to a low pass filter 21.

[0031] A low pass filter 21 carries out low-pass filtering of this voltage signal VC 4, and outputs it to an outgoing end T2 as output voltage VC 5. Also in this case, the zero tone electrical potential difference VZ can adjust the zero point.

[0032]

[Effect of the Invention] As mentioned above, since the 1st claim and the 2nd claim were considered as the configuration using the voltage controlled oscillator 20 for low frequency with the measurement oscillator circuit, the sufficient criteria oscillator circuit, and sufficient linearity which use a quartz resonator with sufficient stability instead of according to this invention as concretely explained with the example, change of resonance frequency with a very small sensor component can be measured with a

sufficient precision. [ the conventional voltage controlled oscillator which used the quartz resonator ] [0033] Moreover, since it considered as the configuration which impresses a zero tone electrical potential difference to a voltage controlled oscillator according to this invention, it becomes unnecessary to make the configuration and dimension of a measurement sensor component the same as that of a criteria sensor component, and contributes to reduction of cost.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
  - 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
  - 3.In the drawings, any words are not translated.
- 

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the configuration of one example of this invention.

[Drawing 2] It is the block diagram showing the configuration of the 2nd example of this invention.

[Drawing 3] It is the block diagram showing the configuration of the conventional signal transformation circuit.

[Description of Notations]

10 16 Measurement sensor component

11 20 Voltage controlled oscillator

12 Criteria Sensor Component

13 Well-closed Container

14 17 Oscillator circuit

1519 Phase Comparison Circuit

21 Low Pass Filter

22 Adder Circuit

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-308009

(43)公開日 平成6年(1994)11月4日

(51)Int.Cl. <sup>*</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 N 5/02	A 6928-2 J			
G 0 1 D 5/245	1 0 1 G 9208-2 F			
H 0 3 L 7/08	9182-5 J	H 0 3 L 7/08	Z	

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 4 頁)

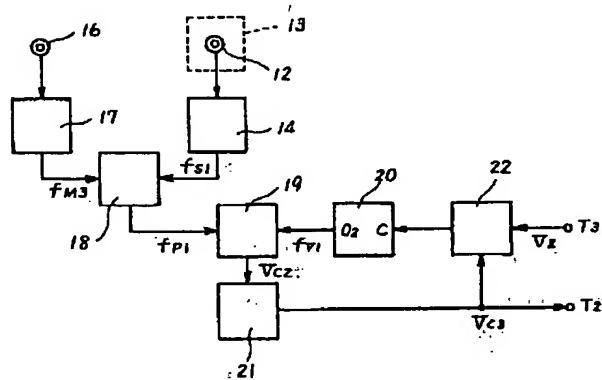
(21)出願番号	特願平5-92981	(71)出願人	000006507 横河電機株式会社 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号
(22)出願日	平成5年(1993)4月20日	(72)発明者	御厨 健太 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内
		(72)発明者	松野 玄 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内
		(72)発明者	小山 弘 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内
		(74)代理人	弁理士 小沢 信助

(54)【発明の名称】 信号変換回路

(57)【要約】

【目的】 簡単な構造で安定に精度良く測定できるよう改良した信号変換回路を提供するにある。

【構成】 基準センサ素子に接続され基準周波数を発生する基準発振回路と、測定センサ素子で検出される測定値に対応する測定周波数を発生する測定発振回路と、先の基準周波数と先の測定周波数とが入力されこれらの位相差を演算して差周波数を出力する位相差検出回路と、この差周波数と制御周波数とが入力されこれ等の位相差に対応する差電圧を出力する位相比較回路と、この差電圧を低域濾波して出力信号として出力するローパスフィルタと、この出力信号と調整電圧とを加算して加算信号を出力する加算回路と、この加算信号で制御されこれに対応する先の制御周波数を出力する電圧制御発振器とを具備するようにしたものである。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】基準センサ素子に接続され基準周波数を発生する基準発振回路と、測定センサ素子で検出される測定値に対応する測定周波数を発生する測定発振回路と、前記基準周波数と前記測定周波数とが入力されこれらの位相差を演算して差周波数を出力する位相差検出回路と、この差周波数と制御周波数とが入力されこれ等の位相差に対応する差電圧を出力する位相比較回路と、この差電圧を低域濾波して出力信号として出力するローパスフィルタと、この出力信号と調整電圧とを加算して加算信号を出力する加算回路と、この加算信号で制御されこれに対応する前記制御周波数を出力する電圧制御発振器とを具備することを特徴とする信号変換回路。

【請求項2】基準センサ素子に接続され基準周波数を発生する基準発振回路と、測定センサ素子で検出される測定値に対応する測定周波数を発生する測定発振回路と、前記基準周波数と前記測定周波数とが入力されこれらの位相差を演算して差周波数を出力する位相差検出回路と、この差周波数と制御周波数とが入力されこれ等の位相差に対応する差電圧を出力する位相比較回路と、この差電圧を低域濾波して出力信号として出力するローパスフィルタと、調整電圧が入力されこれに対応する前記制御周波数を出力する電圧制御発振器とを具備することを特徴とする信号変換回路。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【産業上の利用分野】本発明は、測定センサ素子で匂いなどを周波数信号として検出しこれを電圧信号に変換する信号変換回路に係り、特に、簡単な構造で安定に精度良く測定できるように改良した信号変換回路に関する。

**【0002】**

【従来の技術】図3は従来のこの種の信号変換回路の構成を示すブロック図である。10は水晶振動子形の測定センサ素子、11は電圧制御発振器(VCO)、12は基準センサ素子、13は基準センサ素子を収納する密閉容器、14は基準周波数を発振する基準発振回路、15は位相比較回路である。そして、これらの構成要素により全体としてフェーズロックループを構成している。

【0003】測定センサ素子10は、例えば匂などを検出するものであり、水晶振動子の表面に匂い感応膜が塗布されて構成されており、匂いが感応膜に接するとその質量が増加し水晶振動子の発振周波数が低下することにより匂いを検出する。この発振周波数は測定周波数 $f_{M1}$ として出力されている。

【0004】一方、基準センサ素子12は、測定センサ素子10と同一の形状・寸法に作られて密閉容器13の中に収納されており、この密閉容器13の中には匂いのない空気が封入されている。そして、この基準センサ素子12は基準発振回路14で駆動されてその出力端に基準周波数 $f_{S1}$ を出力している。

【0005】電圧制御発振器11には、測定周波数 $f_{M1}$ が入力され、その制御端Cに印加される制御電圧 $V_{C1}$ により制御されてその出力端O1に対応する周波数信号 $f_{M2}$ を出力する。測定センサ素子10は高い共振周波数で発振するので、電圧制御発振器11も高い周波数に対応するものが採用される。

【0006】位相比較回路15は、基準周波数 $f_{S1}$ と周波数信号 $f_{M2}$ との位相差に対応する制御電圧 $V_{C1}$ をその出力端O2を介して電圧制御発振器11の制御端Cに出力する。

【0007】以上のようにして、制御端Cに接続された出力端子T1には、測定センサ素子10の匂いなどによる発振周波数の変化に対応する制御電圧 $V_{C1}$ を得ることができる。

**【0008】**

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、以上のような信号変換回路は電圧制御発振器11の周波数安定性、或いはリニアリティが悪いので、測定センサ素子10の微少な共振周波数の変化を正確に測定出来ない上に、測定センサ素子10と基準センサ素子12の形状・寸法などを全く同一に構成しなければゼロ点がズレるという問題がある。

**【0009】**

【課題を解決するための手段】本発明は、以上の課題を解決するための主な構成として、基準センサ素子に接続され基準周波数を発生する基準発振回路と、測定センサ素子で検出される測定値に対応する測定周波数を発生する測定発振回路と、先の基準周波数と先の測定周波数とが入力されこれらの位相差を演算して差周波数を出力する位相差検出回路と、この差周波数と制御周波数とが入力されこれ等の位相差に対応する差電圧を出力する位相比較回路と、この差電圧を低域濾波して出力信号として出力するローパスフィルタと、この出力信号と調整電圧とを加算して加算信号を出力する加算回路と、この加算信号で制御されこれに対応する先の制御周波数を出力する電圧制御発振器とを具備するようにしたものである。

**【0010】**

【作用】基準発振回路は基準センサ素子に接続され基準周波数を発生する。測定発振回路は測定センサ素子で検出される測定値に対応する測定周波数を発生する。そして、位相差検出回路は先の基準周波数と先の測定周波数とが入力されこれらの位相差を演算して差周波数を出力する。

【0011】位相比較回路はこの差周波数と制御周波数とが入力されこれ等の位相差に対応する差電圧を出力する。また、ローパスフィルタはこの差電圧を低域濾波して出力信号として出力する。

【0012】加算回路はこの出力信号と調整電圧とを加算して加算信号を出力する。そして、電圧制御発振器はこの加算信号で制御されこれに対応する先の制御周波数

を出力する。

【0013】

【実施例】以下、本発明の実施例について図を用いて説明する。図1は本発明の1実施例の構成を示すブロック図である。なお、図3に示す従来の信号変換回路と同一の機能を有する部分には同一の符号を付して適宜にその説明を省略する。

【0014】測定センサ素子16は、測定センサ素子10と同様な構成の例えば匂などを検出するものであり、水晶振動子の表面に匂い感応膜が塗布されて構成されているが、基準センサ素子12と寸法・形状などが同一ではなく、近似した構成となっている。

【0015】この測定センサ素子16は、測定発振回路17により駆動され、匂いが感応膜に接するとその質量が増加し水晶振動子の発振周波数が低下するので、これが発振回路17の出力に測定周波数 $f_{M3}$ として出力されている。

【0016】位相比較回路18には、測定発振回路17からの測定周波数 $f_{M3}$ と基準発振回路14からの基準周波数 $f_{S1}$ とが入力され、これ等の位相差を演算してその出力端に周波数信号 $f_{P1}$ を出力する。

【0017】具体的には、測定周波数 $f_{M3}$ と基準周波数 $f_{S1}$ との積を演算すると差と和の信号が得られるが、これらのうち低周波成分の位相差に対応する周波数を周波数信号 $f_{P1}$ として出力する。

【0018】位相比較回路19は、その一方の入力端に周波数信号 $f_{P1}$ が、他方の入力端に電圧制御発振器20から出力される発振周波数 $f_{V1}$ が入力され、これらの位相差を演算して電圧信号 $V_{C2}$ を出力する。

【0019】ローパスフィルタ21は、位相比較回路19からの電圧信号 $V_{C2}$ が入力されこれを低域濾波して出力端T2に出力電圧 $V_{C3}$ として出力すると共に加算回路22に出力する。

【0020】加算回路22は、出力電圧 $V_{C3}$ が入力されると共に端子T3からゼロ調電圧 $V_Z$ が入力されるので、これ等を加算して加算電圧 $V_A$ として低周波で発振する電圧制御発振器19の制御端Cに出力する。

【0021】これらの位相比較回路19、ローパスフィルタ21、加算回路22、電圧制御発振器20などは、全体としてフェーズロックループ(PLL)を構成している。次に、以上のように構成された信号変換回路の動作について説明する。

【0022】基準センサ素子12は、匂いのない密閉容器13の中に収納されて発振回路14により駆動され一定の周波数で発振し、その出力端に基準周波数 $f_{S1}$ を出力している。

【0023】一方、測定センサ素子16は、例えば匂などを検出するものであり、水晶振動子の表面に匂い感応膜が塗布されているので、匂いが感応膜に接するとその質量が増加して水晶振動子の発振周波数が低下し、測

定発振回路17の出力端に測定周波数 $f_{M3}$ として出力される。

【0024】したがって、匂いの程度に応じて測定周波数 $f_{M3}$ が基準周波数 $f_{S1}$ に対して低下するので、この差を位相比較回路18で検出して周波数信号 $f_{P1}$ として出力する。

【0025】位相比較回路19はこの周波数信号 $f_{P1}$ と電圧制御発振器20から出力される発振周波数 $f_{V1}$ とが入力され、これ等の周波数差(位相遅れ)に比例した電圧信号 $V_{C2}$ をローパスフィルタ21に出力する。

【0026】この場合に、電圧制御発振器20は、加算回路22からゼロ調電圧 $V_Z$ が出力電圧 $V_{C3}$ に加算された電圧で制御されるので、このゼロ調電圧 $V_Z$ を調整することにより、測定センサ素子16と基準センサ素子12との共振周波数を基準状態で一致させて、ゼロ点を調整することができる。

【0027】このため、これらのセンサ素子の形状・寸法を同一にする必要がない。なお、このゼロ調電圧 $V_Z$ を調整することにより任意の点を動作点として動作させることもできる。

【0028】また、水晶振動子を用いた電圧制御発振器11の代わりに安定性の良い水晶振動子を用いる測定発振回路17と基準発振回路14と、リニアリティの良い低周波用の電圧制御発振器20を用いる構成としたので、センサ素子16の微少な共振周波数の変化を精度良く測定することができる。

【0029】図2は本発明の第2の実施例の構成を示すブロック図である。この実施例は図1では電圧制御発振器20をループの中に取り込んだ構成としたのに対して、これをオープンループ構成としたものである。

【0030】電圧制御発振器20は、端子T3からゼロ調電圧 $V_Z$ が入力され、これに対応する発振周波数 $f_{V2}$ を位相比較回路19に出力する。位相比較回路19は周波数信号 $f_{P1}$ と発振周波数 $f_{V2}$ との周波数差に比例した電圧信号 $V_{C4}$ をローパスフィルタ21に出力する。

【0031】ローパスフィルタ21はこの電圧信号 $V_{C4}$ を低域濾波して出力端T2に出力電圧 $V_{C5}$ として出力する。この場合も、ゼロ調電圧 $V_Z$ によりゼロ点の調整をすることができる。

【0032】

【発明の効果】以上、実施例と共に具体的に説明したように本発明によれば、第1請求項、第2請求項共に、水晶振動子を用いた従来の電圧制御発振器の代わりに安定性の良い水晶振動子を用いる測定発振回路と基準発振回路及びリニアリティの良い低周波用の電圧制御発振器20を用いる構成としたので、センサ素子の微少な共振周波数の変化を精度良く測定することができる。

【0033】また、本発明によれば、ゼロ調電圧を電圧制御発振器に印加する構成としたので、測定センサ素子の形状・寸法を基準センサ素子と同一にする必要がなく

なり、コストの低減に寄与する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の1実施例の構成を示すブロック図である。

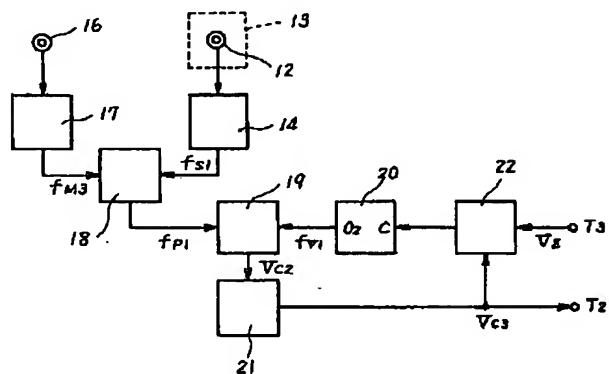
【図2】本発明の第2の実施例の構成を示すブロック図である。

【図3】従来の信号変換回路の構成を示すブロック図である。

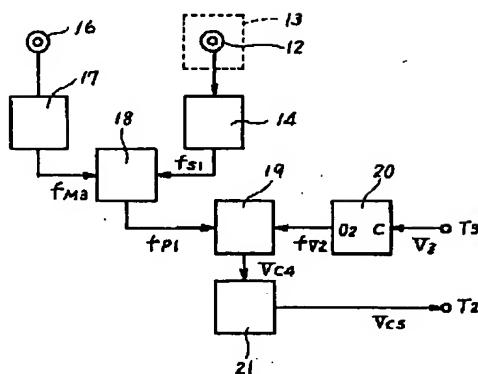
【符号の説明】

- 10、16 測定センサ素子
- 11、20 電圧制御発振器
- 12 基準センサ素子
- 13 密閉容器
- 14、17 発振回路
- 15 19 位相比較回路
- 21 ローパスフィルタ
- 22 加算回路

【図1】



【図2】



【図3】

